

砂地盤上の直接基礎・シートパイル基礎の鉛直繰返し載荷実験

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 千葉佳敬
 (株)複合技術研究所 正会員 ○鈴木 聡 , 太田 剛弘
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 神田政幸 , 西岡英俊

1. はじめに

基礎には一般的に静的に作用する死荷重の他に、列車荷重や地震力などの繰返し荷重が作用する。これらの繰返し荷重には、列車荷重のように基礎の極限支持力と比較して小さいものの何百万回に及ぶ作用や、L2 地震力のように繰返し回数は少ないものの極限支持力レベルの作用もある。しかしながら、これまで繰返し荷重を受けた基礎の沈下特性に関する研究は実施されてこなかった。そこで、鉛直繰返し載荷時の杭基礎の沈下特性を把握することを目的として、筆者らは、杭模型の鉛直繰返し載荷実験を実施し、鉛直静的載荷と鉛直繰返し載荷での沈下特性の違いを比較した^{1),2)}。

本研究では、杭以外の基礎形式として直接基礎および鉄道総研・大林組で共同開発した鋼矢板併用型直接基礎(シートパイル基礎)を模擬した基礎模型に鉛直繰返し載荷を実施し、沈下特性の違いを比較した。

2. 実験の概要

載荷実験には、鉄道総研で開発した「基礎の動・静的載荷試験装置」³⁾を用いた。土槽寸法は、大きさ 2.0m×2.0m、深さ 3.0m である。実験の概要を図 1 に示す。直接基礎模型は接地部が 500×500mm で、2 方向門型ロードセルを埋込んでいる。シートパイル基礎模型は、直接基礎模型の側面に実物型シートパイルの 1/10 相当の凹凸加工した板厚 1mm の鋼板をボルト締めした。根入れ長は、500mm で基礎幅に対し 1.0 倍である。

地盤には珪砂 6 号($\rho_s=2.644 \text{ g/cm}^3$, $e_{\max}=0.922$, $e_{\min}=0.565$)を用い、 $D_r=90\%$ の地盤を層厚 0.1m 毎にシングルホッパーで作製した後、突固めを実施して所定の模型地盤を作製した。

載荷条件は静的単調載荷と動的鉛直繰返し載荷とした。動的繰返し載荷は、直接基礎の静的単調載荷で得られた極限支持力($Q_{\max}$)に対し、1/3 の死荷重レベルから極限支持力($Q_{\max}$)までを 5 分割(1 段階 $96\pm 16\text{kN}$, 2 段階 $112\pm 32\text{kN}$, 3 段階 $128\pm 48\text{kN}$)して動的荷重レベルを定めた。シートパイル基礎模型は、直接基礎の動的繰返し載荷で沈下の進行が著しかった荷重レベル($112\pm 32\text{kN}$)を実施した後、死荷重レベル、荷重振幅をそれぞれ大きくした。各動的荷重レベルでは、繰返し載荷周波数 8Hz、載荷時間は約 12 時間、繰返し回数は 34 万回である。

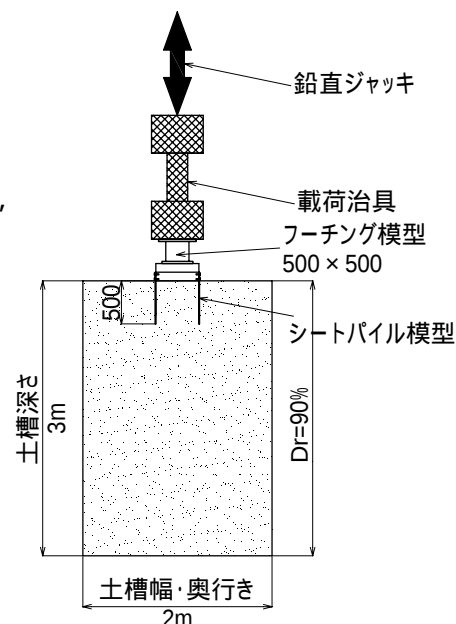


図1 実験概要

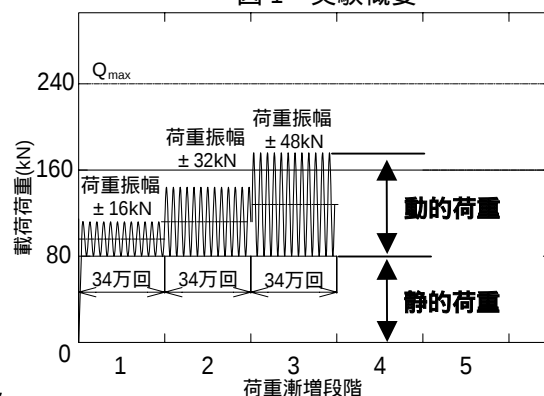


図2 動的繰返し載荷パターン (直接基礎)

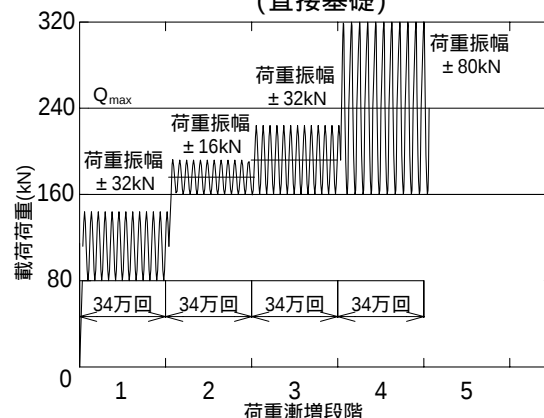


図3 動的繰返し載荷パターン (シートパイル基礎)

Key Words: 動的繰返し載荷, 沈下, 直接基礎, シートパイル基礎

連絡先 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 4-6-9(ロックフィールドビル 6F) (株)複合技術研究所 TEL 03-5276-5276

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

3. 実験結果と考察

図4に直接基礎の静的載荷結果と動的載荷結果の比較を示す。直接基礎の静的試験結果より、 $D_r=90\%$ の地盤では沈下量 30mmで極限支持力に達し、沈下量 80mm時点で 140kN(残留強度)まで軟化するが、それ以降は再硬化し荷重荷重は増加した。一方、同一模型の直接基礎に対する動的載荷試験結果では、極限支持力未満の残留強度の繰返し荷重レベルで大きく沈下が進行した。これに対して、シートパイル基礎の動的繰返し載荷試験結果では、初期剛性・荷重荷重ともにシートパイル基礎の方が大きく、基礎幅の 10%の沈下量で直接基礎の動的荷重の 2 倍以上の動的荷重を支える結果になった。

図5、図6に直接基礎とシートパイル基礎について繰返し回数毎に沈下量をプロットした。図5の直接基礎については、第1段階(96±16kN)で沈下量 10mm、第2段階(112±32kN)で沈下量 120mm、第3段階(128±48kN)で沈下量 82mm となり、荷重レベルの低い2段階(112±32kN)の沈下量が3段階(128±48kN)の沈下量より多くなる結果になった。これは前述のように、第3段階(128±48kN)までの沈下の発生により地盤の極限支持力が増加した影響により、沈下が抑制されたものと推定できる。図6のシートパイル基礎については、荷重レベルを直接基礎の2倍まで上げ、同じ荷重振幅で載荷しても、沈下量は第2段階(176±16kN)、第3段階(192±32kN)ともに 10mm 未満となり、動的繰返し載荷に対するシートパイル基礎の抵抗特性・沈下特性を確認することができた。

4. まとめ

相対密度 $D_r=90\%$ の砂地盤において直接基礎の静的載荷実験を行うと、極限支持力である 240kN に達した後 140kNまで減少するが、それ以降は増加する傾向になった。動的載荷実験においても、第3段階で沈下が抑制される結果となり、沈下による地盤の支持力増加の影響が現れる結果となった。また動的繰返し載荷によるシートパイル基礎の沈下量は、荷重レベルを直接基礎の2倍まで上げ、同じ荷重振幅で載荷した結果で比較すると最大で 12 倍以上の沈下を抑制する効果が確認することができた。

参考文献

- 1) 千葉佳敬, 神田政幸: 砂地盤中の杭の動的鉛直繰返し載荷実験, 地盤工学会, 第 41 回地盤工学研究発表会, pp.1559-1560, 2006.7.
- 2) 鈴木聡, 太田剛弘, 神田政幸, 西岡英俊, 千葉佳敬: 砂地盤中の基礎の鉛直繰返し載荷実験, 地盤工学会, 第 42 回地盤工学研究発表会(名古屋), 2007.7. (投稿中)
- 3) 神田政幸, 西岡英俊, 山畑栄, 高橋一人, 甲斐輝雅: 鉛直力・水平力・モーメントおよび鉛直変位・水平変位・回転角による載荷制御可能な基礎構造物の載荷試験装置の開発, 地盤工学会, 第 40 回地盤工学研究発表会(函館), pp.1461-1462, 2005.7.
- 4) 運輸省監修, (財)鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物, 丸善, 1997.

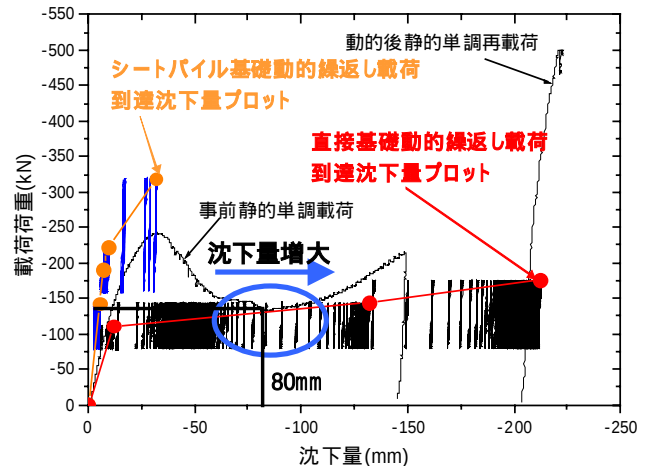


図4 静的載荷と動的繰返し載荷の比較
(荷重—沈下関係)

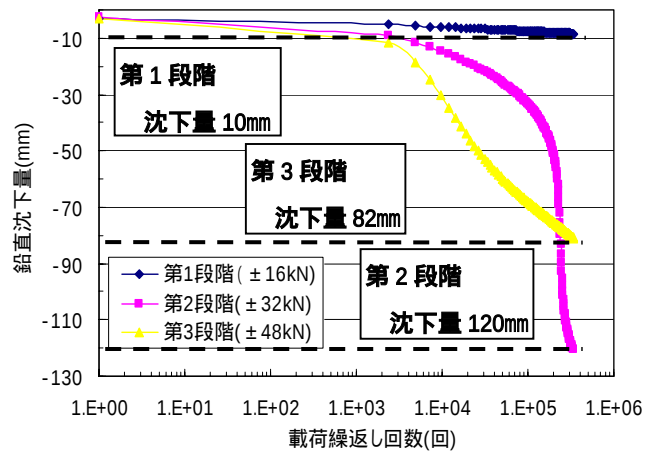


図5 繰返し回数と沈下量の関係
(直接基礎)

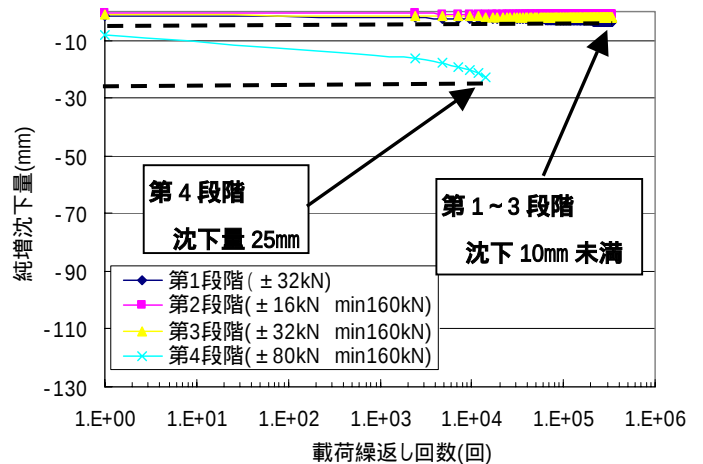


図6 繰返し回数と沈下量の関係
(シートパイル基礎)